

ETUDE DE L'IMPREGNATION PLOMBIQUE
DU PIGEON BISET (*COLUMBA LIVIA*)
VIVANT EN MILIEU URBAIN

par Catherine JENKINS

*Laboratoire de Toxicologie, Faculté de Pharmacie,
92290 Chatenay-Malabry.*

En tant qu'oligo-élément, le plomb est omniprésent dans la biosphère. L'extraction du minerai de plomb et l'utilisation de ce métal dans de nombreuses industries ont cependant contaminé l'environnement humain. La pollution de l'atmosphère, du sol et des eaux de surface par des particules de plomb explique son accumulation dans la matière vivante par l'intermédiaire des chaînes trophiques (figure 1).

C'est l'utilisation du plomb sous forme organique (plomb tétraéthyle et plomb tétraméthyle), comme composé antidétonant, qui est responsable des très fortes teneurs en plomb des atmosphères urbaines. Ce plomb organique est en effet véhiculé par les gaz d'échappement des véhicules automobiles, sous forme de fines particules d'halogénures et oxyhalogénures. Ainsi l'air des rues de Paris est-il à peu près 100 fois plus riche en plomb que l'air prélevé en dehors des zones de circulation automobile.

La pollution atmosphérique par le plomb est particulièrement intéressante au point de vue toxicologique. En effet, si le taux d'absorption intestinale est faible, puisqu'il ne représente que 5 à 10 % de la quantité ingérée, près de 75 % des particules submicromiques atteignant les alvéoles pulmonaires se retrouvent dans la circulation sanguine de l'homme (Hursh *et al.*, 1969).

Le bilan absorption-excrétion reste positif et un apport en plomb important se traduit à la fois par une élévation de la plombémie et une accumulation tissulaire au niveau du foie, des reins et des os. C'est ainsi que 90 % de la charge corporelle en plomb se trouvent fixés par le tissu osseux selon des mécanismes semblables à ceux qui assurent l'incorporation du calcium à la trame osseuse (Schroeder et Tipton, 1969 ; Groer et Marshall, 1973).

Les propriétés toxiques du plomb sont connues depuis l'Antiquité, mais c'est l'étude des maladies professionnelles qui a permis de reconnaître et de définir l'intoxication chronique par le plomb. L'absorption répétée de faibles doses de ce métal (de l'ordre de 1 mg par jour) suffit à provoquer chez l'homme des symptômes du saturnisme, alors que l'apport alimentaire normal se situe déjà entre 0,1 mg et 0,6 mg par jour (Schroeder et Tipton, 1968 ; Thompson, 1972).

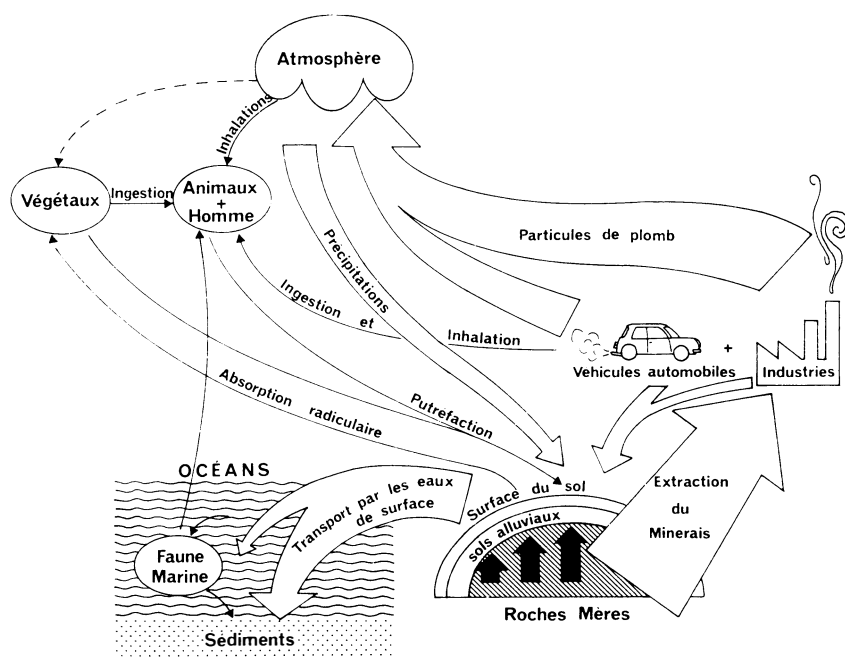


Figure 1. — Le cycle du plomb dans l'environnement humain.

La majorité des troubles cliniques du saturnisme (anémie, néphrite chronique avec porphyrinurie) est liée à des altérations du métabolisme des porphyrines (figure 2) et en particulier de la chaîne biosynthétique de l'hème (Delwaide *et al.*, 1968 ; Goldberg, 1972).

Comme la plupart des métaux lourds, le plomb présente une grande affinité pour les radicaux thiols ($-SH$) et peut, de ce fait, interférer avec les sites actifs de nombreuses enzymes. Il bloque en particulier, à de très faibles concentrations, la formation du Porphobilinogène en inhibant l'acide δ -aminolévulinique deshydratase ou ALA-D. L'inhibition de cette enzyme se manifeste sur le plan clinique par une élévation de la teneur en acide δ -aminolévulinique des urines. La synthèse de la Protoporphyrine III à partir

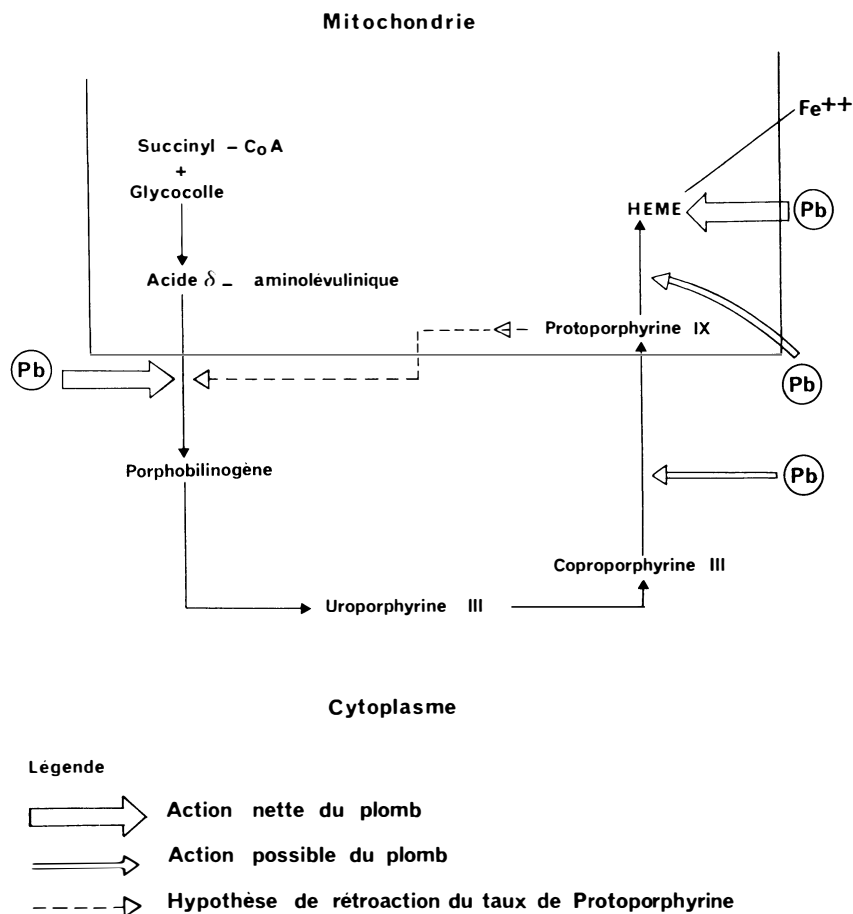


Figure 2. — Altération du métabolisme des porphyrines par le plomb.

du Coproporphyrinogène est également perturbée et l'on observe une Coproporphyrinurie importante. Le saturnisme se traduit également par un taux élevé de Protoporphyrine dans les hématies, accompagné d'une diminution de la production d'hème. La fixation du fer Fe^{++} au centre du noyau porphyrique est ralentie et ce fer non hémique, lié à des protéines et des monoribosomes, apparaît sous forme de granulations basophiles dans les hématies des individus saturnins.

L'absorption quotidienne de faibles doses de plomb peut donc provoquer non seulement une accumulation de ce métal dans l'organisme mais aussi des troubles physiologiques importants. Nous avons voulu étudier quels pouvaient être les effets de la pol-

lution atmosphérique en milieu urbain vis-à-vis d'un animal devenu commensal des agglomérations, le Pigeon biset (*Columba livia*).

1°) *Matériel et méthodes.*

A l'état sauvage, le Biset niche dans des trous de falaises ou de parois rocheuses et il trouve donc un habitat propice dans les zones urbaines où il bénéficie en outre d'un apport de nourriture considérable distribuée par les citadins. Les pigeons pullulent véritablement dans la ville de Paris où ils s'organisent en colonies de quelques dizaines à une ou deux centaines d'individus dont le domaine vital est parfaitement déterminé autour de l'emplacement des dortoirs et des points de distribution de la nourriture. Il est donc possible de capturer des lots de pigeons provenant de colonies dont les habitudes et les déplacements sont connus.

Chaque fois que les pigeons se trouvent au niveau du sol, ils sont directement exposés aux gaz d'échappement des voitures et peuvent également ingérer des aliments souillés par les particules de plomb. Le Pigeon biset est donc soumis à un risque d'imprégnation plombique important.

Des lots de pigeons parisiens nous ont été fournis par les Services de la Ville de Paris et nous avons ainsi pu étudier des

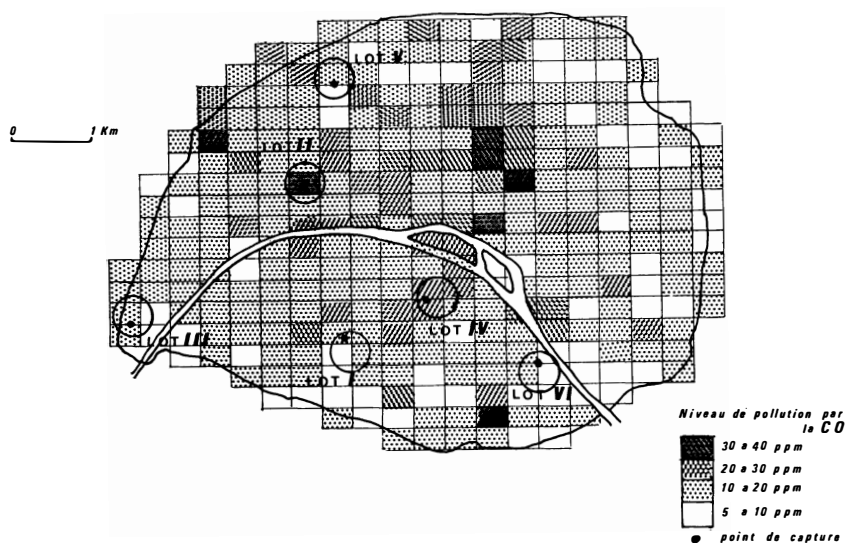


Figure 3. — Localisation des colonies de pigeons étudiées à Paris et niveau de pollution par les gaz d'échappement des divers quartiers de la capitale (estimé sur la base de la teneur en oxyde de carbone).

animaux provenant de colonies à peu près comparables quant à leur effectif, le nombre et la composition des repas et l'état sanitaire.

Deux lots de pigeons ruraux ont été constitués à titre comparatif. Nous avons capturé des animaux vivant en liberté sur deux exploitations agricoles : 17 pigeons provenaient d'une ferme du Pas-de-Calais et 30 pigeons d'une ferme de la Sarthe.

L'imprégnation plombique des animaux a été étudiée selon deux critères :

- d'une part, la fixation tissulaire,
- et d'autre part, certains signes classiques de saturnisme tels que l'anémie et l'inhibition de l'ALA-deshydratase érythrocytaire (Hernberg *et al.*, 1970).

Nous avons étudié les variations de la plombémie et des teneurs en plomb du foie, des reins, des poumons et du tissu osseux (prélevé au niveau du synsacrum). Le plomb a été analysé par la méthode colorimétrique à la dithizone sur des échantillons préalablement minéralisés, selon une technique dérivée de la technique de Jacobs (1960). La minéralisation a été effectuée par un mélange sulfonitrique pour le sang et les tissus mous et par calcination à 500°C du tissu osseux. Les résultats ont été exprimés respectivement en microgrammes de plomb par gramme de sang ou de tissu frais ($\mu\text{g/g}$ P.F.) et en microgrammes de plomb par gramme d'os séché à 110°C ($\mu\text{g/g}$ P.S.).

Nous avons également cherché à mettre en évidence une éventuelle anémie saturnine en déterminant la teneur du sang en hémoglobine totale par spectrophotométrie (Nicholl et Morell, 1968) et par la valeur de l'hématocrite.

L'activité de l'ALA-deshydratase érythrocytaire a été évaluée à partir des quantités de porphobilinogène formé dans le sang hémolysé en présence du substrat et de l'enzyme (une solution d'acide δ -aminolevulinique à 0,00728 M), après 1/2 heure d'incubation à 38°C selon la technique mise au point par B.L. Vallée (communication personnelle). L'activité de l'enzyme est exprimée en unités Vallée (U. V.).

2°) *Etude de la plombémie et de l'accumulation tissulaire de plomb chez le pigeon urbain.*

La charge corporelle en plomb s'accroît tout au long de la vie des organismes qui y sont exposés. Seuls les pigeons adultes relativement jeunes (âgés de 1 à 3 ans) ont donc été pris en considération.

L'examen des valeurs moyennes des concentrations tissulaires et de la plombémie (Tableau I) nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

— Les pigeons capturés dans la ferme du Pas-de-Calais présentent une certaine imprégnation plombique malgré leur vie en milieu rural. Le lot étudié était très hétérogène et quatre mâles, en particulier, avaient une plombémie et une teneur en plomb dans l'os proches de celles des pigeons vivant en ville. La quantité de plomb au niveau des poumons restant cependant très faible (inférieure à $0,50 \mu\text{g/g}$ P.F.), nous avons supposé que certains animaux avaient été contaminés par voie alimentaire et peut-être accidentellement. Cette hypothèse permettrait d'expliquer également la forte teneur en plomb du tissu rénal de ces mêmes animaux. Nous avons pu établir que les pigeons capturés dans le Pas-de-Calais logeaient dans deux dortoirs différents dont l'un était situé sous le toit d'un hangar abritant du matériel agricole et peut-être des produits ou pesticides à base de plomb (arséniate de plomb). Le degré général de la contamination des pigeons du Pas-de-Calais reste néanmoins bien inférieur à celui des pigeons de Paris.

— Les pigeons ruraux capturés dans la Sarthe semblent, par contre, vivre dans un environnement remarquablement peu pollué par le plomb. Leur plombémie est extrêmement faible ($0,21 \mu\text{g/g}$ P.F. en moyenne) et les teneurs en plomb des tissus sont inférieures à $0,50 \mu\text{g/g}$ P.F.

La fixation du plomb en quantité négligeable dans le tissu osseux provient de la faible exposition de ces animaux à ce polluant et de leur jeunesse car, bien qu'adultes, les pigeons sacrifiés étaient âgés d'un an seulement.

— Chez les pigeons ruraux comme chez les pigeons de Paris, les quantités de plomb présentes dans le sang et les tissus sont légèrement plus élevées chez les mâles que chez les femelles, mais cette différence n'est pas significative. Chez les pigeons parisiens, par contre, ce sont les femelles qui présentent la plus forte concentration de plomb dans les os. Ce phénomène est encore plus net dans un lot de pigeons parisiens capturés en période de reproduction, où les teneurs moyennes du synsacrum, de l'ordre de $332 \mu\text{g/g}$ P.S. chez les mâles et $468 \mu\text{g/g}$ P.S. chez les femelles, sont significativement différentes au seuil $P = 0,01$. L'influence du métabolisme calcique sur la fixation du plomb par le tissu osseux est ici bien illustrée. En période de reproduction, le turnover accéléré du calcium est accompagné d'une absorption et d'une fixation accrue de plomb.

— La plombémie et les teneurs tissulaires en plomb des pigeons de Paris sont significativement plus élevées que celles des pigeons ruraux (différence significative pour $P = 0,01$). La fixation du plomb par le tissu osseux est assez spectaculaire.

La pollution du milieu urbain provoquant une contamination importante des pigeons par le plomb, nous avons essayé de déterminer quelle pouvait être la part de l'absorption par voie pulmonaire.

TABLEAU I

Imprégnation plombique des pigeons vivant en habitat rural ou urbain.

Teneur en plomb	Pigeons ruraux (Pas-de-Calais)		Pigeons ruraux (Sarthe)		Pigeons urbains (Paris)	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Sang ($\mu\text{g/g}$ P.F.)	$0,40 \pm 0,18$ (n = 10)	$0,22 \pm 0,26$ (n = 4)	$0,18 \pm 0,08$ (n = 15)	$0,11 \pm 0,07$ (n = 18)	$0,55 \pm 0,09$ (n = 34)	$0,51 \pm 0,10$ (n = 43)
Poumons ($\mu\text{g/g}$ P.F.)	$0,38 \pm 0,13$ (n = 10)	$0,23 \pm 0,12$ (n = 4)	$0,31 \pm 0,13$ (n = 7)	$0,22 \pm 0,12$ (n = 6)	$0,95 \pm 0,20$ (n = 34)	$1,1 \pm 0,2$ (n = 43)
Foie ($\mu\text{g/g}$ P.F.)	—	—	$0,25 \pm 0,12$ (n = 12)	$0,31 \pm 0,20$ (n = 11)	$1,5 \pm 0,5$ (n = 34)	$1,7 \pm 0,5$ (n = 43)
Reins ($\mu\text{g/g}$ P.F.)	$3,1 \pm 1,6$ (n = 10)	$2,3 \pm 1,3$ (n = 4)	$0,39 \pm 0,13$ (n = 7)	$0,33 \pm 0,17$ (n = 6)	$5,2 \pm 1,1$ (n = 34)	$5,0 \pm 1,1$ (n = 43)
Synsacrum ($\mu\text{g/g}$ P.S.)	156 ± 90 (n = 10)	128 ± 85 (n = 4)	4 ± 4 (n = 7)	3 ± 2 (n = 6)	270 ± 65 (n = 34)	375 ± 74 (n = 43)

TABLEAU II

Caractéristiques des lots de pigeons de Paris et niveau de pollution de leur domaine vital.

	Lot N° I	Lot N° II	Lot N° III	Lot N° IV	Lot N° V	Lot N° VI
Effectif de l'échantillon	16	10	10	22	10	12
Effectif de la colonie	50	200	60	95	70	Plusieurs colonies de 30 à 60
Point de capture	Montparnasse 15 ^e arrond.	Rond-Point des Champs-Élysées 8 ^e arrond.	Porte de St-Cloud 16 ^e arrond.	Luxembourg, place E.-Rostand 5 ^e -6 ^e arrond.	Place Lévis 17 ^e arrond.	Quai de la Gare, rue de Tolbiac 13 ^e arrond.
Niveau de pollution du domaine vital	Modéré 9,4 ppm CO	Notable 20,1 ppm CO	Modéré 10,1 ppm CO	Notable 20,0 ppm CO	Modéré 10,3 ppm CO	Faible 6,3 ppm CO
Nombre de repas quotidiens	2	1	3	2	2	1 à 3
Composition du régime	100 % blé	95 % blé 5 % maïs et divers	30 % maïs 20 % blé 50 % divers	100 % blé	60 % maïs 20 % blé 10 % pain 10 % divers	60 % blé 30 % maïs 10 % divers

TABLEAU III

Imprégnation plombique des lots de pigeons de Paris.

	Pollution faible	Pollution modérée			Pollution notable	
	Lot N° VI (n = 12)	Lot N° 1 (n = 16)	Lot N° III (n = 10)	Lot N° V (n = 10)	Lot N° II (n = 10)	Lot N° IV (n = 22)
Sang ($\mu\text{g/g}$ P.F.)	$0,42 \pm 0,10$	$0,55 \pm 0,18$	$0,49 \pm 0,20$	$0,48 \pm 0,18$	$0,46 \pm 0,14$	$0,65 \pm 0,18$
Poumons ($\mu\text{g/g}$ P.F.)	$0,75 \pm 0,15$	$0,96 \pm 0,15$	$1,1 \pm 0,6$	$0,84 \pm 0,15$	$1,1 \pm 0,20$	$1,3 \pm 0,2$
Foie ($\mu\text{g/g}$ P.F.)	$1,4 \pm 0,4$	$2,4 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,5$	$1,6 \pm 0,4$	$2,0 \pm 0,4$
Reins ($\mu\text{g/g}$ P.F.)	$5,0 \pm 1,0$	$3,8 \pm 1,2$	$5,1 \pm 2,0$	$3,2 \pm 1,0$	$5,2 \pm 1,2$	$7,0 \pm 2,0$
Synsacrum ($\mu\text{g/g}$ P.S.)	304 ± 86	174 ± 76	292 ± 84	258 ± 166	500 ± 160	420 ± 134

3°) *Influence de la pollution atmosphérique par les gaz d'échappement sur diverses colonies de pigeons de Paris.*

Nous avons étudié six lots de pigeons de Paris provenant de colonies comparables mais assez éloignées les unes des autres pour qu'il n'y ait pas d'échanges d'animaux entre elles (Tableau II et figure 3).

Ces colonies sont de densité moyenne et ne reçoivent pas plus de trois distributions de nourriture par jour, ce qui limite ainsi leur exposition au gaz d'échappement.

Le temps que les pigeons passent au niveau du sol peut en effet être décomposé comme suit (J. de Lagrange-Batelle, communication personnelle) :

- 45 minutes au lever du jour,
- 45 minutes à 1 heure quand ils cherchent leur nourriture,
- quelques heures l'après-midi, selon la durée du jour.

Le régime des animaux étudiés était à base de blé et de maïs distribué par les habitants. Certaines colonies du Nord et de l'Est de la capitale ont été éliminées, car elles recevaient une nourriture trop riche en pain provoquant chez les pigeons des signes d'avitaminose.

D'autre part, nous n'avons pas capturé d'animaux pendant les mois de juillet et d'août, car à cette période la circulation automobile est réduite et la pollution par les gaz d'échappement significativement plus faible.

La quantité de plomb apportée par les aliments souillés au niveau du sol a été difficile à évaluer, les pigeons de Paris nous étant fournis plusieurs heures après leur capture. Nous avons cependant pu prélever des tubes digestifs sur des animaux réservés aux Services d'Hygiène de la Ville de Paris et sacrifiés immédiatement après leur capture. L'analyse de ces tubes digestifs pris en totalité, à l'exception du gésier, a révélé que l'apport alimentaire en plomb est trois à quatre fois plus important chez les pigeons urbains que chez les pigeons ruraux, bien qu'il reste assez faible. Les tubes digestifs analysés ne contenaient en moyenne que 0,47 µg/g P.F. à 0,80 µg/g P.F. chez les pigeons de Paris, contre 0,17 µg/g P.F. chez les pigeons de la Sarthe.

D'autre part, la quantité de plomb éliminée dans la fiente des pigeons varie dans les mêmes proportions que les teneurs des tubes digestifs (33 µg/g P.S. pour les pigeons urbains et 12 µg/g P.S. pour les pigeons ruraux).

Les concentrations en plomb de l'air des rues de Paris sont de l'ordre de 1 µg/m³ à l'abri de la circulation et 3 µg/m³ à 6 µg/m³ dans les zones où le trafic est intense. Mais ne disposant malheureusement pas de carte de la pollution par le plomb pour

l'ensemble de la ville de Paris, nous avons utilisé une carte de la pollution par les gaz d'échappement établie à partir de près de 300 postes de prélèvement d'air, qui nous indique les teneurs en oxyde de carbone (Rapport annuel du Laboratoire Central de la Préfecture de Paris, 1971).

Cette carte de la pollution par l'oxyde de carbone nous a permis d'affecter un niveau moyen de pollution par les gaz d'échappement pour le domaine vital de chaque colonie étudiée. Ce niveau est exprimé selon la teneur moyenne de l'air en oxyde de carbone, soit en p.p.m. de CO (Tableau II).

Nous disposions donc de deux lots de pigeons vivant sur un territoire fortement pollué, de trois lots vivant sur un territoire moyennement pollué et d'un lot composé de pigeons de zones du 13^e arrondissement faiblement polluées.

Les teneurs tissulaires en plomb de ces animaux laissent supposer qu'il y a une influence certaine du degré de pollution par les gaz d'échappement du quartier où vivent les pigeons sur leur imprégnation plombique (Tableau III).

La plombémie présente des variations de faible amplitude et, de ce fait, rend compte très imparfaitement de l'importance de l'accumulation tissulaire du plomb. Cette observation laisse supposer que l'étude de la plombémie n'est pas un bon critère de l'imprégnation plombique chez le pigeon (Tansy et Roth, 1970). Nous avons également remarqué que la fixation du plomb au niveau du foie était influencée par la composition du régime alimentaire et nous avons pu établir une corrélation négative (coefficient de corrélation $r = -0,86$, significativement différente de 0 pour le seuil $P = 0,05$) entre la teneur en plomb au niveau hépatique et la richesse du régime en maïs. Certains animaux provenant des lots nourris au maïs présentaient, de plus, un foie hypertrophié et de couleur jaune.

Cependant les pigeons vivant dans le quartier le moins pollué (lot n° VI) ont à la fois la plombémie la plus faible ($0,42 \mu\text{g/g P.F.}$) et la plus faible teneur en plomb des poumons ($0,75 \mu\text{g/g P.F.}$). L'accumulation du plomb au niveau des reins n'est cependant pas négligeable et est peut-être liée à un apport alimentaire. La quantité de plomb fixée au niveau des os est également assez importante et sans doute imputable à une moyenne d'âge relativement élevée des pigeons sacrifiés, ainsi qu'au plus grand nombre de pigeons femelles capturés. Le lot VI était en effet composé de 9 femelles et de 3 mâles.

Parmi les animaux des quartiers les plus pollués par les gaz d'échappement, ce sont ceux du quartier Latin qui sont les plus contaminés par le plomb, bien que le niveau de pollution de leur domaine soit voisin de celui des pigeons du Rond-Point des Champs-Élysées. Le nombre de nourrissages quotidiens serait ici

déterminant par réduction du temps passé au sol par les pigeons et du risque d'ingestion de plomb. Les pigeons du Rond-Point des Champs-Élysées ne reçoivent en effet qu'une seule distribution de grains par jour, ce qui expliquerait la différence importante des concentrations en plomb du tissu rénal qui est de 5,2 µg/g P.F. pour le lot N° II, contre 7,0 µg/g P.F. pour le lot N° IV.

Malgré la grande hétérogénéité de la population des pigeons de Paris et les nombreux facteurs que nous n'avons pu appréhender, il nous a été possible d'établir une corrélation positive (significativement différente de zéro au seuil $P=0,05$) entre le niveau de pollution par les gaz d'échappement (évalué en p.p.m. de CO) et la teneur en plomb des poumons d'une part, et du synsacrum d'autre part. Les coefficients de corrélation que nous avons calculés sont respectivement de $r = + 0,81$ en ce qui concerne le tissu pulmonaire et $r = + 0,85$ pour le tissu osseux.

Si l'influence de la pollution atmosphérique en milieu urbain sur l'imprégnation plombique des pigeons est bien établie, cette pollution est-elle suffisante pour provoquer des signes d'intoxication ?

4°) *Tests biologiques.*

Le test du comptage des hématies ponctuées utilisé en médecine du travail ne peut être appliqué au pigeon. En effet, son sang contient une certaine quantité d'érythrocytes immatures qui se caractérisent également par des inclusions éosinophiles.

Le ralentissement de la synthèse d'hémoglobine et une plus grande fragilité des globules rouges (Lessler et Walters, 1973) sont également des symptômes de saturnisme chez l'homme. Il nous a donc semblé intéressant de comparer les quantités d'hémoglobine présentes dans le sang des pigeons urbains et ruraux, ainsi que les variations de leurs hématocrites. Le pigeon se prête malheureusement mal à une étude hématologique du fait de la grande variabilité du nombre des globules rouges, indépendamment de la différence liée au sexe (Lucas et Jamroz, 1961).

Nous avons étudié 29 pigeons de Paris et 30 pigeons ruraux. Leur hémoglobinémie variait entre 10 g et 17 g d'hémoglobine pour 100 millilitres de sang total. Cependant, ces quantités d'hémoglobine rapportées au nombre des globules rouges (G.R.) pour tenir compte de la variabilité de l'hématocrite, laissent apparaître une hémoglobinémie légèrement plus faible chez les pigeons de Paris, avec une valeur moyenne de $28,2 \pm 1,0$ g pour 100 ml de G.R. contre $29,6 \pm 1,0$ g/100 ml de G.R. chez les pigeons ruraux. Cette différence n'est cependant pas significative au seuil $P=0,05$.

Paradoxalement, ce sont les pigeons de Paris vivant dans un milieu fortement pollué par les gaz d'échappement, à savoir

les pigeons du Quartier Latin, qui présentent en moyenne l'hématocrite le plus élevé avec des valeurs de 55 % pour les mâles et de 53 % pour les femelles. Les oiseaux vivant en milieu urbain moins pollué ou en milieu rural ont des hématocrites, de 51 % et 50 % selon le sexe. Cette activité érythropoïétique accrue chez les pigeons du Quartier Latin est difficilement explicable. Peut-être l'exposition à un air riche en oxyde de carbone est-elle à l'origine de ce phénomène. Une observation analogue a été faite chez des souris soumises expérimentalement à une atmosphère contenant 50 p.p.m. de CO. Nous n'avons cependant pas pu mesurer l'oxycarbonémie sur les pigeons capturés, ce qui ne nous permet pas de tester la valeur de cette hypothèse.

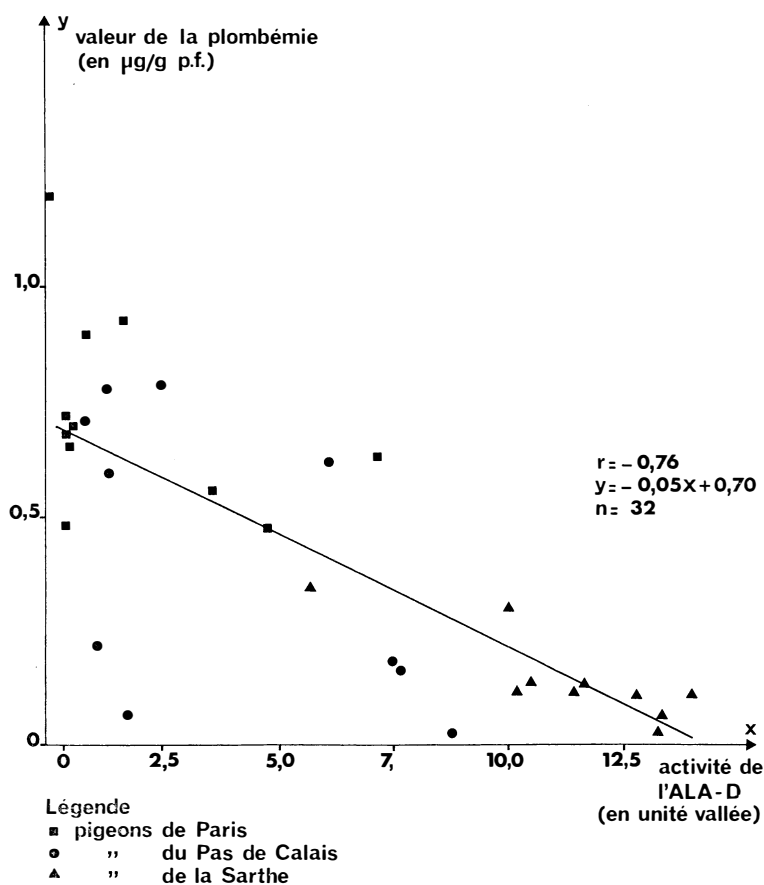


Figure 4. — Activité de l'ALA-deshydratase érythrocytaire du Pigeon biset en fonction du niveau de la plombémie.

5°) *Activité de l'ALA-deshydratase (ALA-D) érythrocytaire.*

Nous avons appliqué au pigeon la technique de dosage de l'activité ALA-deshydratasique érythrocytaire qui constitue actuellement chez l'homme le test le plus sensible de l'action du plomb sur l'organisme (Hernberg *et al.*, 1972 ; Haeger-Aronsen *et al.*, 1971).

L'activité de cette enzyme a été déterminée selon la méthode de Vallée chez 10 pigeons de la Sarthe, 10 pigeons du Pas-de-Calais et 13 pigeons de Paris capturés en divers points de la ville. Les plombémies des animaux étudiés se répartissaient entre 0,05 µg/g P.F. et 1,2 µg/g P.F. Les activités enzymatiques correspondantes variant de 0 à 13 unités Vallée (U.V.) avec des valeurs moyennes de 8 ± 2 U.V. pour les pigeons de la Sarthe, de 4 ± 2 U.V. pour l'échantillon des pigeons du Pas-de-Calais et de $1,6 \pm 1,1$ U.V. pour l'échantillon des pigeons de Paris. La corrélation entre la plombémie et l'activité de l'ALA-D érythrocytaire est négative, avec un coefficient de corrélation $r = -0,76$ qui est significativement différent de zéro au seuil de $P = 0,01$ (figure 4). Il existe donc bien une inhibition de cette enzyme par le plomb chez les pigeons présentant une certaine imprégnation plombique. Cette inhibition varie de 30 % à 100 % selon les valeurs de la plombémie. Les pigeons de Paris dont la plombémie était supérieure ou égale à 0,68 µg/g P.F. avaient une activité ALA-deshydratasique nulle.

La pollution par le plomb en milieu urbain suffit donc à provoquer une inhibition importante de l'ALA-deshydratase de cet oiseau.

CONCLUSIONS

Le plomb libéré dans l'atmosphère urbaine avec les gaz d'échappement est absorbé par les pigeons après inhalation et ingestion d'aliments souillés. Ces animaux présentent de ce fait une imprégnation plombique importante qui se manifeste surtout par un stockage du plomb dans le tissu osseux. L'excrétion fécale et urinaire augmentant dans les mêmes proportions que l'ingestion de plomb, il semble que la contamination par voie respiratoire soit le facteur principal de l'accumulation du plomb dans l'organisme des pigeons. Nous avons pu établir une corrélation positive entre le degré de pollution par les gaz d'échappement des domaines vitaux de diverses colonies de pigeons et les teneurs en plomb des poumons et des os des animaux qui constituent ces colonies.

Les réactions physiologiques des pigeons vis-à-vis de la pollution par le plomb sont cependant moins nettes. Les animaux sont en effet soumis à l'action conjuguée des nombreux composants des

gaz d'échappement (plomb, oxyde de carbone, hydrocarbures polycycliques, etc.) ainsi qu'à des facteurs d'ordre nutritionnel. Les pigeons de Paris que nous avons étudiés ne présentaient pas de symptômes nets d'intoxication bien que l'activité de leur ALA-deshydratase sanguine soit diminuée.

L'étude de l'ALA-deshydratase érythrocytaire constitue donc chez le pigeon, comme chez l'homme, un test très sensible de la toxicité du plomb sur le métabolisme des porphyrines.

Compte tenu de cette inhibition enzymatique importante et des quantités de plomb qui s'accumulent dans le tissu osseux, nous pouvons considérer que les pigeons de Paris présentent les signes d'un cryptos saturnisme que des facteurs physiologiques (acidose, décalcification) pourraient aggraver.

RESUME

Les pigeons biset vivant en milieu urbain présentent, par rapport aux pigeons ruraux, une plombémie élevée ainsi qu'une importante accumulation tissulaire de plomb. La teneur en plomb des poumons et des os des pigeons de Paris serait directement liée au degré de pollution par les gaz d'échappement de leurs territoires.

L'imprégnation plombique du pigeon de Paris ne provoque cependant pas de symptômes d'intoxication notables malgré une inhibition quasi totale de l'acide δ -aminolevuline-deshydratase érythrocytaire.

BIBLIOGRAPHIE

- DELWAIDE, P., HEUSGHEM, C. et NOIRFALISE, A. (1968). — Le saturnisme : lésions biochimiques et sémiologie biologique. *Ann. Biol. Clin.* ; 26 : 987.
- GOLDBERG, A. (1972). — Lead poisoning and haem biosynthesis. *Brit. J. Haematol.*, 23 : 521.
- GROER, P.G. and MARSHALL, J.H. (1973). — Mechanism of calcium exchange at bone surfaces. *Calcif. Tissue Res.* ; 12 : 175.
- HAEGER-ARONSEN, B. et al. (1971). — Effect of lead on δ -aminolevulinic acid deshydrase activity on red blood cells. *Arch. Environ. Health*, 23 : 440.
- HERNBERG, S. et al. (1970). — δ -aminolevulinic acid deshydrase as a measure of lead exposure. *Arch. Environ. Health* ; 61 : 140.
- HERNBERG, S. et al. (1972). — Erythrocyte δ -aminolevulinic acid deshydratase in new lead exposure. *Arch. Environ. Health* ; 25 : 109.
- HURSH, J.B. et al. (1969). — Fate of 212 Pb inhaled by human subjects. *Health Physiol.*, 16 : 257.

- JACOBS, R. (1960). — *The chemical analysis of air pollutants*. Inter Science Publ. ; 10 : 99.
- LESSLER, M.A. and WALTERS, W.I. (1973). — Erythrocyte osmotic fragility in the presence of lead or mercury. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 143 : 548.
- LUCAS, A.M. and JAMROZ, C. (1961). — Atlas of avian hematology. *Agricultural Monograph*, U.S. Depart. Agric., Washington, n° 25.
- NICHOL, A.W. and MORELL, D.B. (1968). — Spectrophotometric determination of sulfhemoglobin and methemoglobin in blood. *Clin. Chem. Acta*, 22 : 157.
- SCHROEDER, H.A. and TIPTON, I.H. (1968). — The human body burden of lead. *Arch. Environ. Health*, 17 : 965.
- TANSY, M.F. and ROTH, R.P. (1970). — Pigeons : a new role in air pollution. *J. Air Poll. Control Ass.*, 20 : 307.
- THOMPSON, J.A. (1972). — Balance between intake and output of lead in normal individuals. *Brit. J. Industr. Med.*, 28 : 189.